

DAĞITILMIŞ ÜRETİM SİSTEMLERİNİN GÜVENİLİRLİK İNDİSLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Abdülvehhab KAZDALOĞLU¹

Ayşen BASA ARSOY²

^{1,2}Elektrik Mühendisliği Bölümü

Mühendislik Fakültesi

Kocaeli Üniversitesi, 41100, İzmit, Kocaeli

¹e-posta: vahap@kou.edu.tr

²e-posta: abasa@kou.edu.tr

Anahtar sözcükler: Dağıtım sistemi, Dağıtılmış Üretim, Güvenilirlik indisi

ABSTRACT

This paper presents a distributed generation impact on reliability indices.. The proposed properly sited distributed generation (DG) can increase the feeder capacity limit. The DG can also improve reliability for the owner.

1. GİRİŞ

Dünyada yaşanan teknolojik gelişmeler gereğince artık enerjinin tek elden üretilip satılması hem ekonomik açıdan hem de enerji kalitesi açısından tüketicilerin ihtiyaçlarına cevap verememektedir. Bu durumda yapılması gereken tüketicilerin ihtiyaçları göz önüne alınarak mevcut sistemlerde iyileştirme yapmak veya tüketiciye kendi elektriğini üretilip fazlasını da satabilme olanağını vermektir. Bu değişikliği yapabilmek uzun yıllardır uygulanan modelin değiştirilmesi anlamına gelmektedir. Yakın geçmişe kadar enerji üretim sistemleri doğal kaynakların mevcut bulunduğu ve coğrafi açıdan uygun olan yerlerde yapılmakta ve ondan sonra uzun iletim hatları kullanılarak tüketiciye ulaştırılmaktaydı. Bu yeni oluşan durumla birlikte artık enerji üretim sistemi tüketiciye en yakın bölgeye kuruluyor. Böylece tüketici kendi elektriğini üretmekle kalmayıp çevresindeki kullanıcılara da ürettiği ihtiyaç fazlası enerjiyi daha ucuza satarak ulusal elektrik dağıtım şebekesini belli bir oranda rahatlatmaktadır. Bu anlamda, bizler, dünyanın bir çok ülkesinde dağıtılmış ve yerinde üretimin gelişimiyle yüzleşiyoruz.

Dağıtılmış Üretim (DÜ) sistemleri giderek yaygınlaşmakta ve dağıtım sistemlerinin gelecek planlaması içinde yerlerini almaktadırlar. Üretim oranları kilovatlar düzeyinden megavatlar seviyesine ulaşmıştır. DÜ sistemleri kullanılan yakıt tipine göre geniş bir kullanım alanına sahiptir. İkili üretim diye nitelendirilebileceğimiz birleşik ısı-güç santralleri, rüzgar türbinleri, güneş pilleri, diğer yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji depolama DÜ sistemleri içinde yer alırlar. DÜ sistemleri içinde tanımlanan ikili üretim sistemleri Endüstriyel tesislerin ihtiyacı olan sıcak su ihtiyacını da karşılamaktadır. Bu durum da DÜ sistemleri kullanıcı açısından daha ekonomik bir alternatif halini almaktadır.

DÜ ler sistemin belirli bir kısmının enerji ihtiyacını karşılamakla sistemin yükünü belli bir oranda rahatlatmaktadır. Bu şekilde üretim, sistemde herhangi bir arıza olması durumunda bile bazı kullanıcılar için gerilim düzeyinin belirli seviyeler arasında kalmasına olanak sağlayabilir. Güç üretiminde eksiklik yaşayan ülkeler için, dağıtılmış üretim, bu sorunun giderilmesi anlamına gelir. Dağıtılmış üretim sistemleri, sık sık kesintilerin yaşandığı ve bu kesintilerin saatler sürdüğü ülkelerde alternatif ve ekonomik bir çözüm sunmaktadır.

Her teknolojik gelişmeyle birlikte yeni sorunlar ortaya çıktığı gibi bu yeni sisteminde ortaya çıkaracağı sorunlar vardır; Planlama sorunları, şebeke bağlantısı sorunları, güvenilirlik sorunları. Bunlar tek tek incelenmesi ve değerlendirilmesi gereken sorunlardır.

Bu çalışmada dağıtılmış üretim sistemlerinin sistemin kesinti oranlarına bağlı olarak değişen güvenilirlik indislerine etkisi incelenmiş ve örnek bir uygulama üzerinde DÜ sistemlerinin indislere etkisi gösterilmiştir.

2. GÜVENİLİRLİK İNDİSLERİ

Elektrik güç sistemlerinin güvenilirliğini analiz etmek için bazı indisler tespit edilmiştir. Bu indisler sistemdeki kesinti sıklığı, kesinti süresi, kesintiden etkilenen kullanıcı sayısı gibi değişkenlere bağlıdır[1,2]. Ülkemizde kullanılan enerji dağıtım yönetmeliğinde [3] de verilen güvenilirlik indislerine benzer indisler tanımlanmakta fakat aynı şekilde gösterilmemektedir. Indislerin gösterimi farklı olsada değişkenleri aynı olduğundan aynı sonuçlar elde edilir. Tanımlanan bu indisler üzerinden sistemin güvenilirliği sorgulanabilir.

[2] de güvenilirlik indisleri şu şekilde tanımlanmıştır.

SAIFI : Ortalama Sistem Kesinti Frekansı indisi

$$SAIFI = \frac{\sum N_{sustained}}{N_{served}}$$

SAIDI : Ortalama Sistem Kesinti Süresi indisi

$$SAIDI = \frac{\sum (N_{sustained} \cdot D_{sustained})}{N_{served}}$$

CAIDI : Ortalama Müşteri Kesinti Süresi indisi

$$CAIDI = \frac{\sum (N_{sustained} \cdot D_{sustained})}{\sum N_{sustained}} = \frac{SAIDI}{SAIFI}$$

burada;

$N_{sustained}$: Kesintiden etkilenen tüketici sayısı

$D_{sustained}$: Kesinti süresi

N_{served} : Sistemden Beslenen Tüketici sayısı

Enerji Dağıtım Yönetmeliğindeki İndisler[3]

OKSIKG: Ortalama Kesinti Sıklığı Göstergesi

$$OKSIKG = \frac{\sum (j \text{ olayından etkilenen kullanıcı sayısı})}{\text{Sistemdeki toplam kullanıcı sayısı}}$$

OKSÜREG: Ortalama Kesinti Süresi Göstergesi

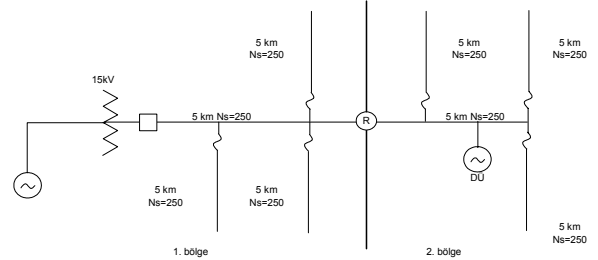
$$OKSÜREG = \frac{\sum (j \text{ olayının süresi} \times \text{etkilenen kullanıcı sayısı})}{\text{Sistemdeki toplam kullanıcı sayısı}}$$

IEEE tarafından hazırlanan üç indise ülkemizdeki yönetmelikte yer alan bu iki indis karşılık gelmektedir. SAIFI ortalama kesinti sıklığını, SAIDI ortalama kesinti süresini vermektedir. CAIDI indisi zaten kesinti süresiyle alakalı bir indis olup diğer iki indisin bir fonksiyonu gibidir. Bu üç indis için güvenilirlik üçgeni tanımı yapılmaktadır. Bu indislerden başka indislerde tanımlanmıştır fakat bu indisler özel analizler için kullanılmaktadır

3.UYGULAMA

DÜ lerin sistemin güvenilirlik indisleri üzerindeki etkisini inceleyebilmek için bir örnek uygulama üzerinde bu indislerin değişimini görmek gerekir. Örnek sistem için çeşitli arıza durumları tanımlanıp bu durumlar için güvenilirlik indisleri DÜ lü durum ve DÜ süz durum için incelenirse DÜ lerin sistemin güvenilirlik indislerine etkileri hakkında bir fikir sahibi olabiliriz.

Örnek sistemde merkezi bir üretim sisteminden enerjilendirilen bir sistem görülmektedir ve km başına 50 kullanıcı olduğu varsayılmıştır. Sistem iki ana bölgeye ayrılmıştır. Bu iki ana bölge içinde yan kollarda da kullanıcılar vardır.



Şekil 1. Örnek sistem [1]

Yukarıda gösterilen sistem için çeşitli arıza durumları tanımlanırsa bu arızalar için indis değerleri hesaplanabilir.

Tablo 1. Örnek sistem için arıza durumları

| Arıza tipi | Yıllık oran | Etkilenen tüketici sayısı |
|--------------------|-------------|---------------------------|
| 1. Bölge Gövdede | 0,1 | 2000 |
| 1. Bölge Yan kolda | 0,3 | 250 |
| 2. Bölge Gövdede | 0,1 | 1000 |
| 2. Bölge Yan kolda | 0,3 | 250 |

Yukarıdaki tabloda dört çeşit arıza durumu yer almaktadır. Bu arızaların yıllık olma oranları ve ne kadar kullanıcıyı etkiledikleri tabloda verilmiştir. Bu arıza durumları uzun süreli arızalar olarak düşünülmüş ve bu arıza durumları için sistemdeki kesinti süreleri 120 dakika olarak alınmıştır. Bu verilerle arıza durumları için güvenilirlik indisleri incelenirse ;

$$SAIFI = \frac{2000 \cdot 0,1 + 250 \cdot 0,3 + 1000 \cdot 0,1 + 250 \cdot 0,3}{2000} = 0,225$$

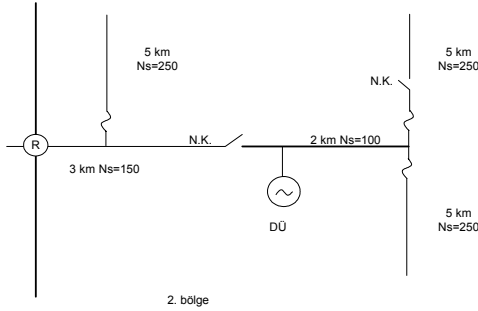
$$CAIDI = 120 \text{ dakika}$$

$$SAIDI = 0,225 \cdot 120 = 27 \text{ dakika}$$

Yukarıda görüldüğü gibi güvenilirlik indislerinden SAIFI sistemin kesinti sıklığı durumunu belirtmektedir. Sistemde kesinti olma olasılığı ve kesintiden etkilenen kullanıcı sayısının toplam kullanıcıya oranı ile bulunan sayı sistemde kesinti frekansının %22.5 olduğunu gösteriyor. SAIDI ise sistemdeki ortalama kesinti süresinin 27 dk. olduğunu göstermektedir. Bu durumda DÜ etkisi ele alınmamıştır. Sistemin tamamı merkezi üretici tarafından beslenmektedir

Sistemde DÜ nün etkisini inceleyebilmek için öncelikli olarak sistemin genelini değil de bir kısmını ele almamız gerekiyor. Çünkü DÜ lerin sisteme eklenme amacı herhangi bir kesinti anında sistemin belirli bir kısmını beslemelerinin istenmesidir. DÜ ler bu amaçla genelde yüklerin yoğun olduğu bölgelere ve hattın sonlarına tesis edilmektedir[4]. DÜ lerin gücünün sistemin nominal gücünün % 20 si

seviyesinde olması düşünülmektedir[5]. Örnek sistemde 2. bölgede bulunan DÜ'nün anahtarlama elemanları yardımıyla kesinti anında sistemin bir bölümünü beslediği varsayılmaktadır.



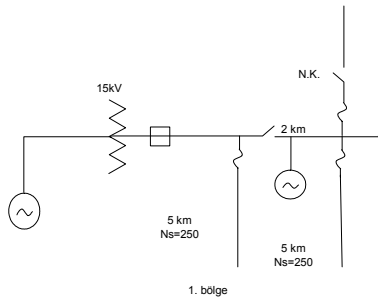
Şekil 2. DÜ'nün sisteme eklenmesi durumu

Şekil 2'de görüldüğü gibi DÜ sadece yanal bölgede yer alan kullanıcıları ve hattın bir bölümünde kalan kullanıcıları beslemektedir. Bu durumu sağlamak için 2. bölgede ve yan kolda bulunan normalde kapalı olan anahtarlar yardımıyla herhangi bir kesinti anında DÜ'nün beslediği bölge diğerlerinden ayrılmaktadır. Bu uygulamada DÜ hattın sonundaki 350 kullanıcının arıza durumunda enerjilendirilmesi için kullanılmaktadır. Bu uygulama için SAIFI indisinin hesaplanmasında yine tablo 1'deki arıza durumları ve oranları kullanılmıştır.

$$SAIFI = \frac{1650.0,1 + 250.0,3 + 650.0,1 + 250.0,3}{2000} = 0,19$$

Sisteme DÜ eklenmesi durumunda 2 bölgede kalan 1000 kullanıcıdan 350 si DÜ tarafından beslendiği durumda SAIFI indisi 0.225'ten 0.19'ya gerileyerek %15'lik bir iyileşme sağlanmıştır. Bu durum için SAIFI indisi bakımından sistemin güvenilirliğinde bir artış gözlenmektedir. CAIDI indisi 120 dk olarak alındığından bu durumda SAIDI indisinde de bir düzelme görülecektir.

DÜ'nün dağıtım sistemi üzerinde farklı yerlere yerleştirilmesinin indisler üzerindeki etkilerini incelemek için DÜ'yü sistemin 1. bölgesinde gövde üzerinde bir yere eklediğimizde sistem Şekil 3'teki hale gelir.



Şekil 3. Sistemde 1. bölgeye DÜ eklenmesi

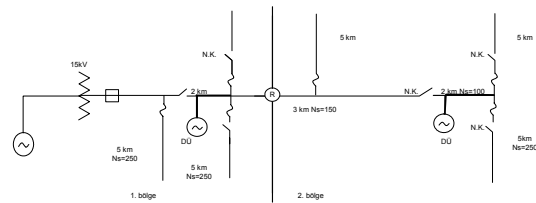
Bu durumu sağlayabilmek için 1. bölgeye gövdeye ve yan kola birer tane olmak üzere normalde kapalı olan anahtarlama elemanları eklenir. Arıza anında bu kapalı

anahtarlama elemanları açtırılarak herhangi bir kesinti anında DÜ'nün beslediği bölge arızalı bölgeden ayrılır. Bu durumda 1. bölgedeki arıza durumunda DÜ ana gövde üzerindeki 100 kullanıcıyla birlikte yan koldaki 250 kullanıcıyı beslemektedir. Bu durumda sadece DÜ'nün yerini değiştirip beslediği kullanıcı sayısını değiştirmiyoruz. SAIFI indisinin hesaplanmasında yine tablo 1'deki verileri kullanılmıştır.

$$SAIFI = \frac{1650.0,1 + 250.0,3 + 1000.0,1 + 250.0,3}{2000} = 0,2075$$

Bu durumda DÜ sadece 1. bölgedeki arıza durumunda sistemi desteklediği için SAIFI indisinde ilk DÜ'lü örnekteki kadar iyileşme sağlanamamaktadır. Bunun nedeni ise daha öncede belirttiğimiz gibi DÜ sistemlerinin hatların sonuna ve yüklerin yoğun olduğu yerlere bağlanmasının daha uygun olduğu gerçeğidir. DÜ'nün hattın başında olması durumunda DÜ'den sonraki kısımda meydana gelecek arızalarda DÜ sistemi desteklemeyecektir ama DÜ hattın sonunda olursa arıza hattın neresinde olursa olsun DÜ tüm arızalarda belirli bir miktar kullanıcıyı beslemeye devam edecektir. Dolayısıyla SAIFI indisi de DÜ'yü hat sonuna tesis ettiğimizde daha iyi değerler olacaktır.

Bu kısımda, sistemde iki DÜ olması durumunu inceleyelim. Bu durumda bir DÜ'nün 1. bölgede diğerinde 2. bölgede olduğunu varsayarak sistemi düzenlersek; her bir DÜ sadece ana kolda bulunan 100 kullanıcıyı beslemektedir. Buna göre, toplamda 200 kullanıcı kesintiler anında desteklenmektedir.



Şekil 4. sisteme 2 DÜ eklenmesi durumu

$$SAIFI = \frac{1900.0,1 + 250.0,3 + 900.0,1 + 250.0,3}{2000} = 0,21$$

Bu durumda SAIFI indisi, DÜ olmadığı duruma göre iyi bir değer almasına rağmen bu teorikte uygulanabilir bir durumdur. Pratikte böyle bir uygulama için hattaki koruma elemanlarının yerlerini değiştirmek veya hatta birçok koruma ve güvenlik elemanı eklemek gerekebilir. Bu işlemler dağıtım hatlarında belli kısıtlamalar içinde yapılabildiğinden bu durum teorikte yapılabilmesine rağmen pratik için uygun bir olasılık değildir.

Yapılan değişik DÜ yerleşimleri sonucunda SAIFI indisi gözönüne alındığında DÜ'lerin sisteme ada tipi besleme için bağlanması durumunda sistemin güvenilirliğini artırdığını söyleyebiliriz..

4. DÜ sistemlerinin diğer etkileri

DÜ sistemlerinin sisteme bağlanması durumunda, sistemde DÜ olmadığı duruma göre bazı değişiklikler olabileceği düşünülmelidir. Sistemin güç akışında, bara gerilim seviyelerinde ve arıza durumundaki akım değerlerinde değişikliklerin izlenmesi gerekir..

Eğer DÜ sisteme entegre edilirse yani sadece arıza durumlarında değilde normal çalışmada da DÜ kullanılırsa, sistemin koruma elemanlarında değişiklikler yapılması gerekecektir[6]. Çünkü DÜ olmadığı bir sistemin arıza durumunda, akım generatörden arıza noktasına doğru akarken, sisteme DÜ eklendiğinde arıza noktası generatörden akıma ek olarak birde DÜ tarafından akın olacaktır. Bu arıza akımının değerini artıracığından sistemi kötü etkileyecektir[1].

DÜ nün sisteme eklenmesinden sonra sistemde yeni bir üretim birimi olacağından DÜ ye yakın olan baralarda gerilim seviyeleri de değişecektir. Bu baraların arasındaki güç akışı değişecektir. Bu değişimler gözönüne alınarak sistemin bu yeni durum için yeniden planlanması gerekebilir.

DÜ lerin sistem üzerine etkileri incelendiğinde yararlarının yanında bazı bozucu etkileri olduğu gerçeği de görülür. Yalnız bu etkiler engellenemez zararlar değildir. Eğer DÜ ler sisteme optimum şekilde yerleştirilir ve sistemde DÜ lerin durumuna göre yeniden düzenlenirse DÜ lerin sisteme vereceği zararlar ortadan kaldırılmış olur[4].

5. SONUÇLAR

Günümüzde merkezi besleme durumu tüketicilerin isteklerine cevap verememektedir. Her kullanıcıya istediği anda istediği seviyede gerilim sağlayabilmek tek merkezli bir sistemde zor bir durumdur. Bunu aşabilmenin yollarından biri DÜ birimlerini sisteme entegre etmektir. Sisteme entegre etmeden önce sistemi bu duruma hazırlamak gerekmektedir. Aksi taktirde, sistemin mevcut durumu DÜ birimlerinin sistemi sadece arıza anında desteklemesine imkan verecek, bu birimlerin kısıtlı bir amaç için kullanımına yol açacaktır. Bu durum, sistemin genelinde bir iyileşme sağlamayacaktır.

DÜ lerin sistem içinde kullanım şeklide güvenilirlik indislerine olan etkilerini değiştirebilir. DÜ ler genelde arıza anında sistemin belli bir kısmını beslemek için ada tipi besleme yapmak için kullanılmaktadır. Bu durumda güvenilirlik indislerine etkileri de beslediği kullanıcılar ve diğer kullanıcılar için farklı değerler alır.

DÜ nün sisteme eklenmesi durumunda aşağıdaki durumlara dikkat edilmesi gerekir.

- Sisteme bağlandığında arıza durumunda akımı etkileyeceğinden sisteme bağlantı durumundaki akım değeri hesaplanmalıdır.
- Sistemin koruyucu ve güvenlik elemanlarının değerlerinde tek taraftan beslenen sistem için tesis edildiğinden DÜ sisteminden sonra yeniden ayar ve değişmeler yapılması gerekebilir.
- Arıza anında arızalı noktadan ayrı olarak çalıştırılmalıdır.
- Sistemden ayrılarak ada tipi besleme ile müşterilere hizmet verilebilir.
- Güvenilirlik indislerinden beklentilere göre DÜ kullanımını dikkate alınmalıdır.

Güvenilirlik indisleri açısından DÜ lerin etkisi incelendiğinde güvenilirlik indislerinin hepsi için istenilen sonucu almak mümkün olmayabilir. Bu durumda öncelik belirlemek önemlidir. Kesintiden etkilenen kullanıcı sayısı mı? Kesinti anındaki gerilim seviyeleri mi? Veya diğer değerler mi? Bu değerlerden birini referans seçerek buna göre güvenilirlik indisine olan etki dikkate alınırsa DÜ nün sisteme olan etkisi daha sağlıklı bir biçimde gözlenmiş olur.

KAYNAKLAR

- [1] McDermott T.E., Dugan R.C., PQ, Reliability and DG, IEEE INDUSRTY APPLICATION MAGAZINE, s.17-23 Sept/Oct 2003,
- [2] IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices,1366-2003
- [3] Elektrik Piyasası Dağıtım Yönetmeliği, 19.02.2003 -25025 sayılı Resmi Gazete
- [4] El-Khattam W.,Hegazy Y. G. Salama M. M. A., An Integrated Distributed Generation Optimization Model for Distribution System Planning IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS, VOL. 20, NO. 2, MAY 2005
- [5] Pregelj A., Begovic M., Rohatgi A., Novosel D., “On Optimization of Reliability of Distributed Generation-Enhanced Feeders” PROCEEDINGS OF THE 36TH ANNUAL HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES (HICSS'03) - Track 2 - Volume 2, 2003
- [6] Celi G., Pilo F., “Optimal Distributed Generation Allocation In *Mv* Distribution NetWORKS” MODELLING, IDENTIFICATION, AND CONTROL, Innsbruck, Austria, 2/10-2/13/2003